





POWER SEMICONDUCTOR MODULE AND MOTOR DRIVE SYSTEM EMPLOYING THE SAME

Patent number: JP2000091499
Publication date: 2000-03-31
Inventor: TANBA AKIHIRO; OGAWA TOSHIO; YAMADA KAZUJI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- **International:** H01L25/07; H01L25/18
- **European:**
Application number: JP19980257835 19980911
Priority number(s):

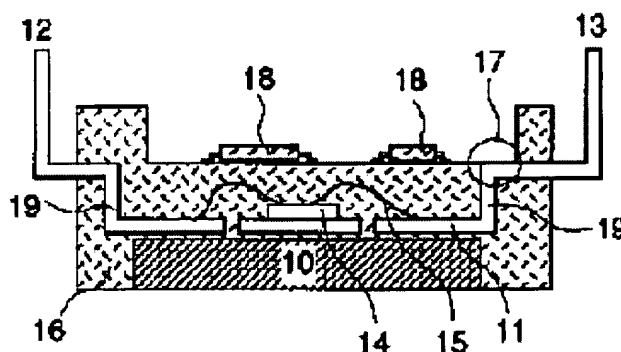
Also published as:

 EP1115154 (A1)
 WO0016398 (A1)
 US6313598 (B1)
 JP2000091499 (A)

Abstract of JP2000091499

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high function power semiconductor module at low cost.

SOLUTION: This power semiconductor module comprises a power semiconductor element 14 mounted on a metal base 10 which is included in a power circuit part, a first resin 16 for molding the power semiconductor element, a control circuit element 18 located on the first resin and included in at least a part of a control circuit, and a control terminal 13 connected with a power circuit part, while having an exposed part 17 on the surface of the first resin where a part of the control circuit is connected with the power circuit part at the exposed part of the control terminal. This structure realizes a how-cost resin mold power semiconductor module which is capable of waking control circuit part highly functional.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-91499

(P 2000-91499A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000. 3. 31)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 1 L 25/07

H 0 1 L 25/04

C

25/18

審査請求 未請求 請求項の数 2 3 O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願平10-257835

(22) 出願日 平成10年9月11日 (1998. 9. 11)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 丹波 昭浩

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 小川 敏夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 山田 一二

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 パワー半導体モジュール並びにそれを用いた電動機駆動システム

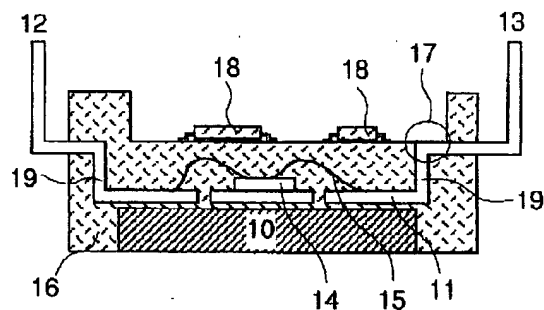
(57) 【要約】

【課題】 低コスト性を有する高機能パワー半導体モジュールを提供する。

【解決手段】 パワー回路部に含まれ金属ベース10上に搭載されるパワー半導体素子14と、パワー半導体素子をモールドする第1の樹脂16と、第1の樹脂上に位置し、少なくとも制御回路の一部に含まれる制御回路素子18と、パワー回路部に接続され、第1の樹脂の表面上に露出部17を有する制御端子13と、を有し、制御回路の一部が制御端子の露出部においてパワー回路部と接続される。

【効果】 制御回路部の高機能化が可能な、低コストの樹脂モールド型パワー半導体モジュールが実現できる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パワー回路部と、前記パワー回路部を制御するための制御回路部と、を備えるパワー半導体モジュールであって、

金属ベースと、

前記パワー回路部に含まれ、前記金属ベース上に絶縁体を介して搭載されるパワー半導体素子と、

前記金属ベースの表面が露出するように、前記パワー半導体素子をモールドする第 1 の樹脂と、

少なくとも前記制御回路の一部に含まれ、前記第 1 の樹脂上に位置する制御回路素子と、

前記パワー回路部に接続され、前記第 1 の樹脂の外部に取り出される主端子と、

前記パワー回路部に接続され、前記第 1 の樹脂の表面上に露出部を有する制御端子と、を有し、

前記制御回路の前記一部が、前記制御端子の前記露出部において、前記パワー回路部と接続されることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記第 1 の樹脂が凹部を有し、前記制御回路素子が前記凹部底面に位置することを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 3】 請求項 1 において、前記パワー半導体素子がリードフレーム上に接着され、前記リードフレームが前記金属ベース上に前記絶縁体を介して搭載されることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 4】 請求項 3 において、前記主端子及び前記制御端子が、前記リードフレームの一部であることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 5】 請求項 1 において、前記絶縁体が前記第 1 の樹脂の一部であることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 6】 請求項 1 において、前記第 1 の樹脂がトランスファモールドされることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 7】 請求項 1 において、前記制御回路素子が回路基板に接着され、前記回路基板の電極と前記制御端子の前記露出部とが電気的に接続されることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 8】 請求項 1 において、さらに前記制御回路素子と前記第 1 の樹脂とをモールドする第 2 の樹脂を有することを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記絶縁体が前記第 2 の樹脂の一部であることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 10】 請求項 8 において、前記第 2 の樹脂がトランスファモールドされることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 11】 請求項 1 において、さらに他の制御回路素子を有し、前記他の制御回路素子は、前記金属ベース上に前記絶縁体を介して搭載され、前記第 1 の樹脂によ

ってモールドされることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 12】 請求項 1 または 3 において、前記絶縁体が樹脂シートであることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 13】 請求項 7 において、さらに他の制御回路素子を有し、前記他の制御回路素子が、前記回路基板における前記制御回路素子が接着される面とは反対側の面において、前記回路基板に接着されることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 14】 請求項 7 において、前記回路基板の前記電極と前記制御端子の前記露出部とがはんだ付けによって接続されることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 15】 請求項 7 において、さらに、前記回路基板上に接着される外部端子を有することを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 16】 請求項 1 において、前記制御回路の前記一部が、前記第 1 の樹脂の表面に位置する金属配線によって、前記パワー回路部と接続されることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 17】 請求項 2 において、さらに、前記凹部内に第 2 の樹脂が充填されていることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 18】 請求項 2 において、さらに、前記凹部を覆う蓋を有することを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 19】 請求項 3 において、前記絶縁体が樹脂シートであり、前記金属ベースの側面が露出していることを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 20】 金属ベースと、パワー半導体素子を含み、前記金属ベース上に絶縁体を介して設けられるパワー回路部と、

前記金属ベースの表面が露出するように、前記パワー半導体素子をモールドする第 1 の樹脂と、

前記パワー回路部に接続され、前記第 1 の樹脂の外部に取り出される主端子と、

前記パワー回路部に接続され、前記第 1 の樹脂の表面上に前記パワー回路部に制御回路部を接続するための露出部を有する制御端子と、を有することを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項 21】 電動機と、前記電動機を駆動するインバータとを備え、

前記インバータが、請求項 1 において前記パワー回路部がインバータ回路であるパワー半導体モジュールで構成されることを特徴とする電動機駆動システム。

【請求項 22】 請求項 21 において、さらに前記インバータに接続されるコンバータを備え、

前記コンバータが、請求項 1 において前記パワー回路部がダイオードブリッジであるパワー半導体モジュールで

構成されることを特徴とする電動機駆動システム。

【請求項 23】請求項 21 において、さらに前記インバータに接続されるコンバータを備え、

前記コンバータが、請求項 1 において前記パワー回路部がアクティブコンバータ回路であるパワー半導体モジュールで構成されることを特徴とする電動機駆動システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パワー半導体モジュールにおいて、周辺回路を内蔵させる構造に関する。

【0002】

【従来の技術】パワー半導体モジュールを低コスト化する一つの手段として、IC パッケージと同様に、トランスファモールドでパッケージを製造することが考えられる。この場合の従来例として、図 3、図 20 に断面構造を示す例が挙げられる。

【0003】図 3 は、IGBT、フライホイールダイオード (FWD) を各々 6 素子、及び、IGBT のゲートドライブ IC (各種保護回路内蔵) 4 チップをリードフレーム 11 上に搭載しトランスファモールドした、ドライブ内蔵 IGBT モジュール (3 相インバータモジュール) である。ベアチップパワー素子 (IGBT, FWD) 14、及び、ベアチップゲートドライブ IC 30 を、パワー系端子 12、制御端子 13 を兼ねた同一リードフレーム 11 上に搭載し、A1 ワイヤ 15 で電気的接続後、熱硬化性樹脂 31 でトランスファモールドする (第一モールド)。しかる後、放熱板 10 と共に再び熱硬化性樹脂 32 でトランスファモールドする (第二モールド)。また、リードフレーム 11 と放熱板 10 の絶縁は、熱硬化性樹脂 32 で第二モールド時に同時に行う。従って、熱抵抗低減のために熱硬化性樹脂 32 はアルミナフィラを多量に含んだ樹脂である。

【0004】以上のように、本従来技術によると、Si チップ以外の使用部品は、リードフレーム 11、放熱板 10、及び、封止樹脂のみであり、低コストで製造できる利点がある。

【0005】図 20 はパワー素子を搭載したハイブリッド IC の例である。すなわち、図 3 に示すドライブ内蔵 IGBT モジュールよりも高機能化した従来例である。40 リードフレーム 200 上にベアチップパワー素子 14、厚膜回路基板 (アルミナ) 202 を搭載している。厚膜回路基板 202 にはフリップチップされた IC 201 が搭載され、厚膜抵抗等と高機能回路が形成されている。パワー素子 14 と厚膜回路基板 202 は A1 ワイヤ 15 でリードフレーム 200 と接続され、熱硬化性樹脂 16 でトランスファモールドされる。本従来技術は、図 3 の場合と異なり、リードフレーム 200 のみでなく厚膜回路基板 202 を導入しているため、高機能化できる特徴がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記、従来のトランスファモールド型パワーモジュールは、モジュールの高機能化と製造コスト削減の両立、さらにはモジュール信頼性の面で以下の問題を持っている。

【0007】図 3 に示した従来技術の場合、電気的配線パターンはリードフレーム 11 のみで行う。従って、部品数は極めて少なく、製造工程も極めて簡略化できるため、製造コスト的には配線された構造となっている。しかしながら、パワー系端子 12 を低抵抗化するため、リードフレーム 11 の板厚を薄くすることはできず、リードフレーム 11 において微細なパターンを作ることができない。したがって、搭載できる制御回路は、微細パターンを必要としない回路に限定される。つまり、図 3 の場合のようにゲートドライブ IC のみを搭載した、ドライブ内蔵 IGBT モジュール程度になる。また、ゲートドライブ IC 30 は放熱を考慮しなくても良いため、本来、リードフレーム 11 上にある必要のない部品である。従って、ゲートドライブ IC 30 の領域だけモジュール面積を増大させており、小型化がキーポイントになるトランスファモールドの場合、製造コスト的には不利となる。

【0008】一方、図 20 に示した従来構造の場合、パワー系端子を構成するリードフレーム上に、制御回路として、厚膜回路基板 202 を搭載するため、制御回路に微細パターンを容易に作ることができる。従って、MPU 等、高機能な IC も組み込むことが可能である。しかしながら、リードフレーム 200 の面積が大きくなり、製造コスト的には前述の場合と同様な問題がある。

【0009】さらに、図 3、図 20 共通の課題として、両者ともノイズに弱いことが挙げられる。制御回路とパワー素子が同一リードフレーム上に載っているため、リードフレーム、または、放熱板を介してパワー素子 14 と制御回路 (ゲートドライブ IC 30、または、厚膜回路基板 202) が容量結合され、パワー素子 14 の電位変化によるノイズを受けやすいのである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記従来技術の問題点を考慮してなされたものであり、高機能ながらも、低コスト性または高信頼性を有するパワー半導体モジュールを提供する。本発明によるパワー半導体モジュールは、パワー回路部に含まれ、金属ベース上に絶縁体を介して搭載されるパワー半導体素子と、金属ベースの表面が露出するようにパワー半導体素子をモールドする第 1 の樹脂と、を有する。第 1 の樹脂上には、少なくとも制御回路の一部に含まれる制御回路素子が位置する。さらに、本パワー半導体モジュールは、パワー回路部に接続され、第 1 の樹脂の表面上に露出部を有する制御端子を有し、少なくとも制御回路の一部が、制御端子の露出部において、パワー回路部と接続される。

【0011】本発明によれば、パワー半導体素子をモールドする第1の樹脂上に制御回路素子が位置するので、パワー回路部の構成に影響されことなく制御回路部を高機能化することができる。しかも、本発明によるパワー半導体モジュールは、樹脂モールド型であることにより、低コストで製造することができる。また、金属ベース上に搭載されるパワー半導体素子をモールドする第1の樹脂上に制御回路部が位置するので、制御回路部がパワー回路部のノイズの影響を受け難くなる。従って、信頼性が改善される。

【0012】上記の本発明によるパワー半導体モジュールによりインバータまたはコンバータ等の電力変換装置を構成することができる。このような電力変換装置により電動機が駆動される電動機駆動システムは、低コスト性または高信頼性を有する。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を、以下図面を使用して詳細に説明する。

【0014】（実施例1）図面を使用して本発明による一実施例を説明する。図1は断面構造模式図である。IGBT等のパワー半導体素子14はリードフレーム11上にはんだ接着され、Alワイヤ15の超音波ワイヤボンディングでリードフレーム11とパワー半導体素子14は電気的に接続される。パワー系端子（主端子）12と入力端子（制御端子）13は、パワー半導体素子14が搭載されたリードフレーム11で構成される。これは、使用するリードフレームを一枚として、部品コスト、及び、製造コストを削減するためである。本実施例において、リードフレーム11の板厚は、パワー系配線の低抵抗化のために0.8mmと厚くしている。リードフレーム11上に接着されたパワー半導体素子14は、放熱板である金属ベース10と何らかの手段で絶縁されなければならない。本実施例では、熱硬化性樹脂16で絶縁し、金属ベース10と共にトランスファモールドされている。リードフレーム11と金属ベース10のギャップは絶縁耐圧の信頼性を確保できる範囲で可能な限り薄くしなければならない。金属ベース10に接続される放熱フィンで、効率良くパワー半導体素子14の熱を放熱するためである。このような点を考慮し、本実施例では、リードフレーム11と金属ベース10の間の熱硬化性樹脂16の厚さは0.4mmとしている。

【0015】リードフレーム11はフィンからの距離を確保して対地絶縁を確実にするために、パッケージ（PKG）内で一度垂直に立ち上げられている（領域19）。

【0016】PKG上面には6mm程度の凹部が形成されており、制御端子13は、領域19によって凹部底面に一部が露出される（領域17）。PKG上面の凹部はパワー半導体素子14を制御するための回路を配置するための領域であり、18は制御回路素子である。この制御

回路部は、領域17でパワー半導体素子14の制御端子に電気的に接続される。以上の構成で、パワー半導体素子のみが封止されたパワーモジュールと同じ平面寸法で、各種制御機能を盛り込んだ、いわゆる高機能パワーモジュールが実現できる。

【0017】図2はPKG上面からみた平面構造模式図を示している。制御回路素子18、及び、その封止材は省略している。領域20が制御回路搭載領域であり、領域17に外部入力端子13及びその他の制御端子が露出している。領域20の熱硬化性樹脂16の表面には制御回路素子用配線となる金属箔が形成されている。図より明らかなように、PKG平面サイズの殆どの領域が制御回路搭載領域とできるために、従来のインテリジェントパワーモジュール（IPM）の様にゲートドライブICのみでなく、それをコントロールするMPU等の搭載も可能になる。図6はリードフレームの一例である。パワー回路部が、IGBT40、FWD41（フリーホイールダイオード）を各々6個搭載した3相インバータである、3相インバータモジュールの例である。図6（a）はIGBT40、FWD41、及びAlワイヤ15を示した平面模式図、同図（b）は断面図である。リードフレームを接続するタイバー61は一部のみを示している。図中、ゲートワイヤ62、制御系エミッタワイヤ63が接続されているリードフレームの端子名は、図5の等価回路図の端子名と対応している。その他の制御端子60は外部入力端子である。図より明らかなように、パワー系配線、制御系配線は一枚のリードフレームで構成される。リードフレームの大きさは概略6cm×5cmである。特徴的なのは、入出力端子60を、領域17で制御回路と接続するために、IGBT40、FWD41に直接接続されないにもかかわらず、リードフレームとして構成している点である。

【0018】（実施例2）図4はIGBT40、FWD41と、IGBTを駆動するゲートドライブIC42、及び、その周辺回路から構成されるゲートドライブ回路内蔵IGBTモジュールの実施例である。図5のシステム構成図では領域50で示す部分である。図5においては、53がゲートドライブ回路である。

【0019】実施例1と同じく、リードフレーム11にパワー半導体素子であるIGBT40、FWD41をはんだ接着し、Alワイヤ15で電気的接続を行い、熱硬化性樹脂31で樹脂封止する。この封止されたPKG45上面には制御端子13の一部が露出している（領域46）。PKG45を構成する樹脂31は、比較的線膨張係数の大きい（16～20ppm/℃程度）ものである。放熱板10への熱伝導を考慮する必要がなく、アルミナフィラを多量に含む必要がないからである。アルミナフィラは封止する半導体チップヘダメージを与え、不良を引き起こす危険性があるため、この線膨張係数の大きい樹脂31は高歩留りへも配慮されている。制御回路はプリント

回路基板(PCB)43で構成され、主な制御回路素子としてゲートドライブIC42がPCB43上にはんだ接着されている。このPCB43がPKG45上に熱硬化性のシリコン接着材で接着され、PCB43上に設けられている電極パタンと制御系リードフレームをAlワイヤ44でワイヤボンディングすることにより、制御回路とIGBTが電氣的に接続される。もちろん、このAlワイヤは金線でも構わない。このPCB43が接着されたPKG45と、放熱板であるAlベース10全体がトランスファモールドされている。このトランスファモールド樹脂32は、樹脂31と異なり、アルミナフィラを多量に含んだ高熱伝導率のものである。トランスファモールド樹脂32をリードフレーム11とAlベース10の絶縁手段としても使用しているため、放熱性を高めるためである。また、リードフレーム11とAlベース10のギャップは0.2mmにしている。

【0020】本実施例モジュールの短辺方向の長さは約2cmであり、ゲートドライブICをリードフレーム上に搭載した従来例の3.5cmと比べて大幅に小型化することができる。

【0021】(実施例3)ゲートドライブICを制御するPWM信号生成等の機能を担当するMPUを内蔵する場合の実施例を図7に示す。図5に示すシステム構成図の領域51に相当するモジュールである。図7は断面構造模式図である。なお、図5において、MPUは54である。

【0022】構成は実施例2に示した場合と全く同様である。図3に示した従来技術と異なり、PCB43を搭載しているため、微細配線パタンが容易に形成できる。従って、微細配線パタンを必要とするMPU70もPCB43上に容易に搭載できる。また、PKG45全面に配置したPCB43はMPU70を搭載する領域を十分確保できるため、PCB43が大きくなることはない。したがって、モジュールサイズも増大することはない、短辺方向の長さは約2cmとすることができる。

(実施例4)制御ICであるMPU70と異なり、ゲートドライブIC42は回路規模が小さく、端子数も少ない。従って、図3に示す従来技術と同様に、リードフレーム上にゲートドライブICを配置して図5の領域51の機能を実現したモジュール例を図8に示す。断面構造を示している。

【0023】リードフレーム11にIGBT40、FWD41をはんだ接着し、さらに、ベアチップゲートドライブIC30を接着する。Alワイヤ15でリードフレーム11、パワー半導体素子、ゲートドライブIC30間の電氣的接続を行い、熱硬化性樹脂31で樹脂封止する。この封止されたPKG82上面には、これまでの実施例と同様、制御端子13の一部が露出している。制御回路はPCB43で構成され、制御回路素子としてMPU70、チップ抵抗80、チップコンデンサ81等が搭載さ

れている。本実施例の場合、図7に示した場合と異なり、PCB43はMPU70及びその周辺回路のみとなるため、MPUとしてはより高度の機能を持ったものを搭載可能であり、ゲートドライブICのみの従来例とは異なり、大幅に高機能化した使い勝手の良いモジュールが実現できる。

【0024】(実施例5)これまでの実施例は、リードフレーム11、すなわちパワー半導体素子とAlベース10の絶縁を封止樹脂で行う場合であった。この場合の利点は、特別な絶縁材を使用する必要がないので製造コストが低減できることである。しかし、熱抵抗の大幅な低減が難しい。樹脂の流動性を確保するために、混入させるアルミナフィラの量に限りがあるため、熱伝導率を大幅に大きくできないこと、及び、樹脂がリードフレーム下に確実に充填できるように、ギャップを比較的大きな値、例えば0.2mm以上必要であるためである。そこで、熱抵抗を低くできる実施例を図9に示す。本図は、これまでと同じく、断面構造模式図である。

【0025】IGBT40、FWD41、ベアチップゲートドライブIC30を樹脂封止したPKG82の上面に制御回路を構成するPCB43を接着して、Alワイヤ44で接続する構造は、実施例4と同様である。本実施例の特徴は、リードフレーム11とAlベース10を絶縁する熱圧着絶縁シート90である。本シートはアルミナフィラを多量に含んだ極薄い(例えば0.12mm)樹脂で形成されている。

【0026】Alベース10を加熱しながら、PKG82をAlベース10に加圧することにより、両者は接着される。前述の特徴より、熱抵抗は大幅に低減できる。封止樹脂で絶縁した実施例1~4の場合、定格15AのIGBTのジャンクションからAlベースまでの熱抵抗 $R_{th(j-c)}$ は $2.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ であるが、本実施例の場合、 $R_{th(j-c)}=1.8^{\circ}\text{C}/\text{W}$ である。以上より、本実施例は、フィンの高さを大幅に低減できる等、システム製造コストの大幅な削減に有利である。

【0027】(実施例6)これまで説明した実施例は、制御回路をPCBで構成した場合で、かつ、部品の実装はPCBの片面のみの場合であった。この主な理由は確実にPCB裏面を接着するためである。PCBに部品を高密度実装する場合、PCB両面に部品をはんだ接着するのが一般的である。モジュールを小型化、高機能化して製造コストの低減や信頼性向上を図る本発明によるパワー半導体モジュールでも、PCB両面実装を実現できれば、より発明の効果を顕著にできる。図13、図14は、この目的に応えた実施例である。図13は断面構造模式図を、図14は搭載するPCB裏面の電極パッドを模式的に示したものである。

【0028】リードフレーム11上にはんだ接着したパワー半導体素子14を熱硬化性樹脂31でトランスファモールドしたPKG45はこれまでの実施例と同様の構

10

20

30

40

50

造である。本実施例固有の構造は、PKG45上面、すなわち熱硬化性樹脂31の上面に形成された、深さ3mm程度の凹部130である。制御回路を構成するPCB43には、図示のように制御回路IC18の他、多数のチップ抵抗80、チップ容量81等の面実装部品が搭載されている。その中で、チップ抵抗80、チップ容量81等の受動素子はPCB43裏面にはんだ接着されている。PCB43をPKG45上面に配置する際に、これら部品を配置するための窪みが前述の凹部130である。チップ抵抗80、チップ容量81の厚さは通常1mm程度であり、深さ3mm程度であれば十分である。もちろん、裏面にその他の部品、例えばICPKGを実装する場合には、その厚みに応じた深さにしなければならない。この凹部130存在で、両面実装されたPCB43は安定して配置することができる。

【0029】本実施例のもうひとつの特徴は、PCB43とリードフレームの接続法である。前実施例では、ワイヤボンディングで行っているが、本実施例では、領域131でPCB43をリードフレームにはんだ接着している。PCB43裏面に、図14に示すように、リードフレームで構成されたパワー半導体素子14の制御端子13へ接続するための電極パッド140が形成されている。これらのパッドの幅は接着されるリードフレームの幅と概略同一する。本実施例では2mmである。これらのパッドとリードフレームをクリームはんだで接着する。電極パッド140以外の部分はソルダレジスト141が塗付されており、安定したはんだ接着を実現できる。このはんだ接着はPCB43の固定も同時に行う。すなわち、本実施例ではPCB43接着用の接着材は必要とせず、領域131でPCB43の固定も兼ねている。

【0030】(実施例7) 通常のドライバ内蔵IGBTモジュールは、4電源(ハイサイド:3電源、ローサイド:1電源)必要である。しかしながら、電流量の小さい(例えば20A以下)ゲートドライブIC内蔵IGBTモジュールにおいて、システムコスト削減を目的として、ゲートドライブICを高耐圧化し、ブートストラップ回路と呼ばれる回路(図5中59)を利用することにより、1電源とすることが知られている。このブートストラップ回路を内蔵する実施例を図15に示す。

【0031】IGBT40、FWD41、ベアチップゲートドライブIC30を搭載したリードフレームを封止したPKG82はこれまで説明した実施例と同様である。本実施例では、PKG82上面のPCB43に、ブートストラップ回路を面実装で搭載している。図15中の153、152、154はそれぞれ図5の高耐圧ダイオード153、チップ容量152、チップ抵抗154である。また、本実施例では、ブートストラップ回路の他にも、電流検出用シャント抵抗150をPCB43上に搭載している。このシャント抵抗150はパワー系端子12のグラウンド端子であるN端子に直列に接続され、シャント

抵抗両端の電圧で電流値を検出するものであり、領域151でN端子を構成するリードフレームを切断し、チップ抵抗150を接続して内蔵している。

【0032】本実施例によれば、ブートストラップ回路内蔵のドライバ内蔵IGBTモジュールが、モジュールサイズを増大することなく実現できる。また、制御電源端子はローサイドの電源端子のみとなり、ハイサイドの電源端子は必要でない。つまり、従来より制御端子が6ピン少ないモジュールが実現できる。

【0033】(実施例8) 図16は高度に高機能化、高集積化したゲートドライブICを搭載した実施例の断面構造模式図を示している。

【0034】これまで説明したPKG45上面に、ベアチップゲートドライブIC30搭載用の窪み160を形成している。例えば3相インバータモジュールの場合で、各IGBTを一つのゲートドライブICで駆動する場合、この窪み160は1モジュール中に6個形成される。また、窪み内の熱硬化性樹脂31の表面にはゲートドライブIC30用の配線が銅メッキで形成されており、このメッキ配線は入出力端子13まで接続されている。メッキ厚さは一般的なPCB上銅パターンと同じ35μmであり、制御回路として、配線抵抗が問題となることはない。IC30から銅メッキ配線への接続は金線のワイヤボンディングで行っている。この窪み160の目的は2点ある。第一点は、ゲートドライブIC30の搭載位置決めを容易に行うことであり、第二点は、搭載位置をIGBT40あるいはFWD41の真上とし、ゲートドライブIC30に温度検出手段を内蔵して、各素子温度の検出を行うことである。通常のドライバ内蔵モジュールは、この温度検出手段は1個/モジュールである。この場合、モータロック等で、あるアームに電流が集中した場合、温度検出手段から遠い素子は保護できないという問題がある。本実施例の場合、各IGBT直近の温度検出手段を内蔵したゲートドライブIC30で保護できるため、この問題を解決できる。さらに、電流検出手段をゲートドライブIC30に内蔵して、IGBT40、FWD41に流れる電流を検出して、相電流を検出することもできる。

【0035】(実施例9) 図19に示した構造は、制御系の外部入出力端子をリードフレームとは別の端子で構成した実施例である。リードフレーム11上にIGBT40、FWD41、ベアチップゲートドライブIC30を搭載し、熱硬化性樹脂16でトランスファモールドする。この際、制御系リードフレームの一部がPKG上面に露出されるのは、これまでの実施例と同じである。これまでの実施例と異なるのは、トランスファモールド後、制御系のリードフレーム11はPKG端で全て切断されることである(領域191)。本PKG193は前述の熱圧着シート90でA1ベース10と接着される。外部入出力端子はPKG193上面に配置されるPCB43上にはんだ接着さ

れている。端子 190 が外部入出力端子である。この端子は、例えば 0.63mm 角で 2.54mm ピッチの端子ブロックで構成される。この端子ブロックをユーザ対応で様々な構成に容易にすることができる。PCB 43 とリードフレームで構成された制御端子の電気的接続は図 13、図 15 の場合と同様に、PCB 裏面の電極パッドとリードフレームの接着で行っている。さらに、本実施例では、PCB 43 搭載後の全体の封止は、熱可塑性樹脂であるポリフェニレンサルファイド (PPS) 192 で行っている。外部入出力端子 190 が PCB 43 上に垂直に形成されているため、トランスファモールドすることは困難なためである。熱可塑性樹脂は流動性が悪いいため、ワイヤボンディングされたパワー半導体素子をモールドすることは困難だが、本実施例のように、熱硬化性樹脂 16 であらかじめ素子が封止されている場合は、問題とならない。

【0036】(実施例 10) これまでの実施例は、PKG 内でリードフレームを上方に垂直に折曲げて、PKG 上面に露出部を形成し、PKG 上面に配置した制御回路を接続するものであった。この構造の長所は、リードフレームと制御回路の電気的接続が容易なことである。一方、単純に PKG の外で、一度だけリードフレームを垂直に折曲げる場合と比べて、リードフレームの製造コストが若干増大すること、及び、折曲げ精度の問題で、トランスファモールドが困難になる可能性があることが短所である。これらの短所を改善した実施例を図 11、図 12 に示す。

【0037】図 11 は断面構造模式図である。パワー半導体素子 14 がリードフレーム 11 にはんだ接着され、A1 ワイヤ 15 でリードフレーム 11 と電気的に接続される。このリードフレーム 11 はパワー系端子 12、制御系端子 13 を兼ねている点はこれまでの実施例と同様であり、厚さは 0.8mm である。このパワー半導体素子 14 が搭載されたリードフレーム 11 が熱硬化性樹脂 31 でトランスファモールドされ、PKG112 が形成されている。PKG112 はこれまでの場合と異なり、リードフレーム 11 は PKG 中で垂直に折曲げられることはなく、PKG 底面で PKG112 側面へ出ている。PKG112 上面 111 にはベアチップゲートドライブ IC 30、及び、ベアチップマイコン 110 が接着されている。本実施例では、これらの制御回路素子と制御系リードフレームの電気的接続を、銅メッキ配線を 3 次元的に行って実現している。

【0038】本実施例のモジュール内部を一部露出させた模式的鳥瞰図を図 12 に示す。銅メッキ配線を PKG111 上面 111 のみでなく側面にも形成して、リードフレームで構成された制御端子 13 に接続している (配線 120)。また、配線 120 と制御回路素子との接続は金線ワイヤボンディングで行っている。以上の様に制御回路をパワー回路部に接続した後、熱硬化性樹脂 32 で A1 ベース 10 との絶縁、及び、全体の封止を行うのは既述

の実施例と同様である。

【0039】以上の構造で、リードフレームの構造を簡略化できる。

【0040】(実施例 11) 図 17 は、他の実施例の断面構造模式図を示している。

【0041】IGBT40、FWD41 はリードフレーム 11 上にはんだ接着され、ベアチップゲートドライブ IC 30 もリードフレーム 11 上に接着される。A1 ワイヤ 15 の超音波ワイヤボンディングでリードフレーム 11 と IGBT40、FWD41 は電気的に接続され、さらに、A1 ワイヤ 44 で IGBT40、ゲートドライブ IC 30、リードフレーム間が接続される。A1 ワイヤ 15、44 の違いは線径である。パワー系配線である A1 ワイヤ 15 は大きな電流容量を必要とするため直径 300 μ m であり、制御系である A1 ワイヤ 44 は直径 300 μ m より細いワイヤ、例えば 100 μ m としている。パワー系端子 (主端子) 12 と入力端子 (制御端子) 13 は、パワー半導体素子が搭載されたリードフレーム 11 で構成されているのは実施例 1 と同様である。また、リードフレーム 11 の厚み、PKG 上面の深さ 6mm 程度の凹部、PKG 内部でリードフレームを垂直に立ち上げること、等も実施例 1 と同様である。MPU70 が搭載された PCB 43 と制御系リードフレームとの接続は、図 8 の場合と同様である。

【0042】本実施例の特徴は、リードフレーム 11 と A1 ベース 10 の絶縁を図 9 で示した熱圧着シートで行っていること、及び、制御回路素子が接着された PCB 43 の封止手段として熱硬化性樹脂 170 のポッティングを行い凹部内が樹脂 170 で充填されていることである。前者の理由は、図 1 の場合の様に封止樹脂でリードフレーム 11 と A1 ベース 10 の間の絶縁を確保しなから熱抵抗を低減するためであり、後者は、制御回路部はパワー回路部と異なり封止にそれほど信頼性を要求されないため、より簡便な方法を採用して製造を容易にするためである。

【0043】(実施例 12) 図 18 は実施例 11 の変形例である。

【0044】実施例 11、12 の場合、ゲートドライブ IC 30 はリードフレーム 11 上に搭載されているため、PCB 43 には MPU70、チップ抵抗 80 等の低電圧素子のみが搭載される。従って、高電圧が PCB 43 の配線に印加されることはない。よって、一部高電圧が印加される制御端子 13 部の絶縁距離を十分にとれば、PCB 43 上の空間を樹脂封止しなくても良い。そこで、本実施例では、凹部を覆うような蓋 180 を接着材で固定する構造としている。

【0045】(実施例 13) 図 21 は、実施例 11 の変形例である。

【0046】実施例 11 ではパワー半導体素子、ゲートドライブ IC が搭載されたリードフレームを熱圧着シ

トでA1ベースに接着して全体をトランスファモールドしている。この際、キーとなるのは、リードフレーム11の熱圧着である。リードフレーム11はプレス加工で製造するため、ボタン面が完全に平坦にすることは難しい。このボタン間で凸凹した面を、厚さわずか0.12mmの熱圧着樹脂シート90に加圧するため、部分的にシート90が破れ、リードフレームがA1ベース10にショートする危険性がある。この危険性を少しでも構造的に低減した場合が本実施例である。

【0047】リードフレーム11から上の構造は図17に示した実施例と同様である。本実施例では、A1ベース10を含まずに、リードフレーム11を底面として熱硬化性樹脂16でトランスファモールドしている。すなわち、A1ベース10の側面が熱硬化性樹脂で被覆されない。リードフレーム11は、モールド時に金型に押し付けられるため、平坦性が向上する。また、厚さ0.8mmのリードフレームの大部分がPKG内にモールドされているため、リードフレームエッジで熱圧着樹脂シート90にダメージを与える危険性も少なくなる。さらに、本実施例では完成したPKGを放熱板に熱圧着するた

め、PKG内IGBT、FWDの電流容量あるいは損失によって、放熱板10の厚さ等を自由に変えられる特徴もある。さらには放熱板10の代わりに、放熱フィンを接着することもできる。

【0048】（実施例14）これまでの実施例は、リードフレーム上にパワー半導体素子、ゲートドライブICを配置してトランスファモールドした場合であった。電流容量20A以下の小容量モジュールを製造する場合、PCBの樹脂部をA1等の金属として放熱性を向上した、メタルコアプリント回路基板（メタルコアPCB）の使用も一般的である。図10は、このようなメタルコアPCBを利用した実施例を示す。

【0049】モジュール底部の基板100がメタルコアPCBである。メタルコアPCBは、A1板に80μm程度の銅箔を樹脂シートで接着、絶縁したものである。IGBT40、FWD41、ベアチップゲートドライブIC30をメタルコアPCB100上の銅箔ボタンにはんだ接着している。主電流が流れるIGBT40、FWD41、銅箔ボタン間の電気的接続は線径300μmのA1ワイヤ15で行い、制御系配線（IGBT40、ゲートドライブIC30、銅箔ボタン間）は線径100μmのA1ワイヤ44で行っている。各種半導体チップ、その他がはんだ接着されたメタルコアPCB100の周囲に、リードフレームで構成された、パワー系端子12、制御端子13がはんだ接着される。本実施例では、IGBT40、FWD41はメタルコアPCB100上の銅箔ボタンに直接はんだ接着されているが、熱抵抗をさらに小さくする場合は、厚さ1mm程度の銅板（熱拡散板）に半導体チップをあらかじめはんだ接着し、この熱拡散板を銅箔ボタンにはんだ接着する。これにより、熱拡散板中で熱が拡がるため、熱抵抗が減少す

る。パワー系端子12、制御端子13はこれまでの実施例と同じように上方に一度垂直に立ち上げられ、熱硬化性樹脂16でトランスファモールドされる。このPKG上面には、制御回路搭載用の凹部が形成され、端子13の一部が底面に露出しているのもこれまでと同様である。本実施例の特徴は、トランスファモールドされるモジュールの一階部に、より高度な制御IC等を搭載するために微細ボタンが必要な場合に対応できることである。

（実施例15）図22は2階領域の制御回路基板を搭載しない場合の実施例である。基本的に図18の制御回路基板43を取り去った構造となっている。パワーモジュールのユーザーによっては、制御回路を指示してパワーモジュールメーカーに製造、搭載させる代わりに、制御基板搭載領域を確保したIGBTモジュールを要求する場合が考えられる。本実施例はこの場合に対応した例である。制御回路接続領域17を形成し、モジュール蓋180とセットでユーザーに提供することになる。ユーザーは必要に応じ、搭載した制御回路基板をポッティング封止して使用することもできる。

【0050】従来構造モジュールの端子に制御回路基板を差し込み、はんだ接着して使用する場合との相違は、本構造とすることによって、パワーモジュールをコンパクトにでき、装置の小型化に寄与することである。

【0051】（実施例16）これまで説明してきた高機能モジュールの電動機駆動システムへの適用例について説明する。

【0052】図23はインバータエアコン、冷蔵庫、洗濯機等のモータに主に使用される、ブラシレスモータの駆動装置の実施例である。機能ブロック図で示してある。単相100Vまたは200V電源233を、ダイオードブリッジ220、平滑コンデンサ224で直流電圧に変換する。電源電圧配線（P配線）225、グラウンド（N）配線226にはDC-DCコンバータ221が接続されており、IGBTのゲートドライブ用電源（15V）227、及び、システム制御MPU223用電源（5V）228が作られる。モジュール222がこれまで説明してきた高機能モジュールであり、3相インバータ回路を構成するパワー回路部の他に、保護機能付ゲートドライブIC、ブートストラップ回路、PWM生成機能等の基本機能MPU、15Vから5Vを生成する回路、等が内蔵されている。この高機能モジュールにシステム制御MPU223から速度指令信号230を入力し、PWM信号231、フォルト信号229をモニタしながらモジュール222を制御し、ブラシレスモータ232を制御する。なおMPU223はモジュール222に内蔵されていてもよい。

【0053】以上の様に、高機能モジュール222を使用することにより、ユーザは速度指令信号230のみを制御すればよく、従来のIGBT駆動信号（PWM信号）を制御する場合と比べて、モジュールの制御は大幅

に簡略化され、ブラシレスモータ 232 を駆動させる以外のソフトウェア等に注力できるメリットがある。

【0054】（実施例 17）ブラシレスモータ駆動装置の他の実施例を、図 23 と同様、機能ブロック図で図 24 に示している。図 23 と異なる点のみを説明する。

【0055】本実施例の特徴は、アクティブコンバータモジュール 234 とインバータモジュール 244 である。モジュール 234 は、パワー回路部であるダイオードブリッジ以外に、力率改善を目的として、P 配線 225、N 配線 226 間をショートさせるチョッピング回路、及びそのチョッピング回路の制御 IC が内蔵されている。そこで、モジュール 234 には制御回路の電源として、5V 電源配線 228 が接続されている。インバータモジュール 244 には、前実施例で説明した機能以外に、高電圧から 15V 電源を作る DC-DC コンバータが内蔵されている。つまり、制御電源を自給しているのである。そこで、モジュール 244 には外部から制御電源は接続されていない。

【0056】モジュール 234 は、トリップ信号 235 を検知しながら電圧指令信号 236 で制御される。

【0057】本実施例の特徴は、力率が改善されノイズが減少するのはもちろん、モジュール 244 が制御電源を自給しているために、モジュール 244 の外部配線が極めて簡略化され、装置が小型化されていることである。

【0058】（実施例 18）インダクションモータ 241 駆動装置の実施例を、図 25（機能ブロック図）を使用して説明する。

【0059】3 相 200V 電源をアクティブコンバータモジュール 243、平滑コンデンサ 226 を使用して直流電圧（P 配線 225、N 配線 226）に変換する。モジュール 243 は、3 相インバータモジュールと同様に 6 組の逆並列接続された FWD と IGBT からなるパワー回路部であるアクティブコンバータ回路、ゲートドライブ IC、その制御 MPU、及び、高電圧から 15V の制御電圧を形成する DC-DC コンバータ、ブートストラップ回路、で構成された高機能モジュールである。インバータ部は実施例 17 と同じく制御電源を自給する高機能インバータモジュール 244 である。従って、DC-DC コンバータ 221 はシステム制御 MPU223 のみの制御電源（5V）を作るのに使用される。インバータモジュール 244 の制御信号はこれまでの実施例と全く同様であり、アクティブコンバータモジュール 243 は、コンバータ制御信号 242 で制御される。

【0060】本システム構成で、コンバータ、インバータ両者に IGBT を使用した高機能な構成であるにもかかわらず、本発明により、各モジュールが非常にコンパクトに製造されているために、従来装置と比べて大幅に小型化できる。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、高機能ながらも、低コスト性または高信頼性を有するパワー半導体モジュールを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による一実施例の断面構造模式図。

【図 2】図 1 の実施例の平面構造模式図。

【図 3】従来例の断面構造模式図。

【図 4】ドライバ内蔵 IGBT モジュールの一実施例。

【図 5】高機能化した IGBT モジュールの等価回路。

【図 6】図 4 のリードフレーム形状の一実施例。

【図 7】マイコン内蔵 IGBT モジュールの一実施例。

【図 8】マイコン内蔵 IGBT モジュールの他の実施例。

【図 9】高熱伝導接着シートを使用した場合の実施例。

【図 10】メタルコアプリント基板を使用した場合の実施例。

【図 11】パッケージ樹脂上に 3 次元印刷で制御回路配線した場合の実施例。

【図 12】図 11 の 3 次元配線の説明図。

【図 13】プリント基板両面実装に対応した実施例。

【図 14】図 14 に示した実施例に使用される PCB の模式図。

【図 15】電流検出用シャント抵抗、ブートストラップ回路用ダイオード、容量、抵抗を内蔵した場合の実施例。

【図 16】IGBT チップ真上に制御チップ配置用の窪みを形成した場合の実施例。

【図 17】2 階部の制御回路をポッティングで封止した場合の実施例。

【図 18】2 階部を蓋で覆った場合の実施例。

【図 19】制御端子を PCB 上に配置した実施例。

【図 20】従来例の断面構造模式図。

【図 21】パッケージを放熱板に接着した場合の実施例。

【図 22】制御回路基板を搭載しない場合の実施例。

【図 23】ブラシレスモータ駆動装置の実施例。

【図 24】ブラシレスモータ駆動装置の他の実施例。

【図 25】インダクションモータ駆動装置の実施例。

【符号の説明】

10…放熱板、11、200…リードフレーム、12…主端子（パワー系端子）、13…制御端子、14…パワー半導体素子、15、44…アルミワイヤ、16、31、32…トランスファモールド用熱硬化性樹脂、17…制御端子露出部、18…制御回路素子、19…端子垂直立ち上げ領域、20…制御回路実装領域、40…IGBT、41…フリーホイールダイオード（FWD）、30、42、53…ゲートドライブ IC、43…プリント回路基板、45…パワー回路部 PKG、46…制御回路、リードフレーム間ワイヤボンディング部、50…システムモジュール（ゲートドライブ IC 内蔵）、51…シス

17

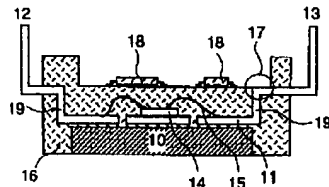
テムモジュール（ゲートドライブIC、MPU内蔵）、52…システムモジュール（ゲートドライブIC、ブートストラップ回路、シャント抵抗内蔵）、54、110…MPU、55…コントローラ、56…MPU制御信号、57…ドライブIC制御信号、58…制御電源、59…ブートストラップ回路、60…入出力端子、61…タイマー、62…ゲート配線ワイヤ、63…制御回路用エミッタ配線ワイヤ、70…MPU、80…チップ抵抗、81…チップコンデンサ、82、193…パワー回路部+ゲートドライブIC封止PKG、90…高熱伝導絶縁樹脂シート、100…メタルコアプリント基板、101…はんだ、111…部品搭載面、112…リードフ

18

レーム+パワー半導体素子のPKG、120…3次元銅メッキ配線、130…PCB両面実装用窪み、131…PCB、リードフレーム接着部、140…リードフレーム、PCB上配線接着用パッド、141…ソルダレジスト、150…電流検出用シャント抵抗、151…電流検出用シャント抵抗接続部、152…ブートストラップ回路用容量、153…ブートストラップ回路用ダイオード、154…ブートストラップ回路用抵抗、160…制御回路実装用窪み、170…ポッティング樹脂、180…パッケージの蓋、190…制御端子（入力端子）、191…パワー回路制御端子、192…熱可塑性樹脂、201…制御IC（ベアチップ）、202…厚膜回路基板。

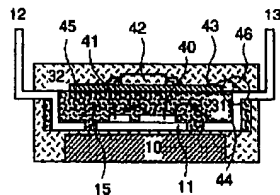
【図1】

図 1



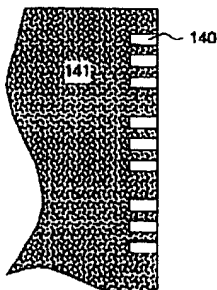
【図4】

図 4



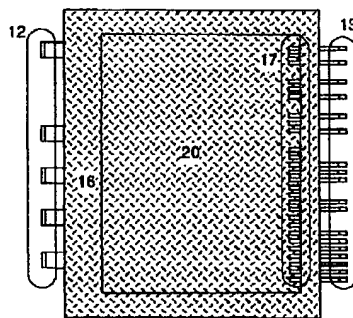
【図14】

図 14



【図2】

図 2



【図5】

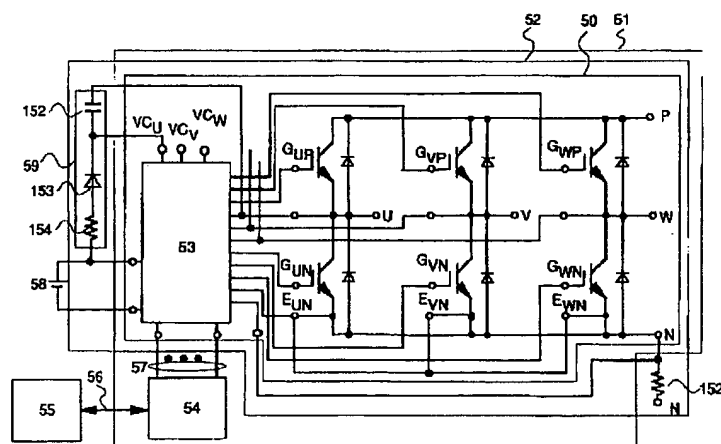
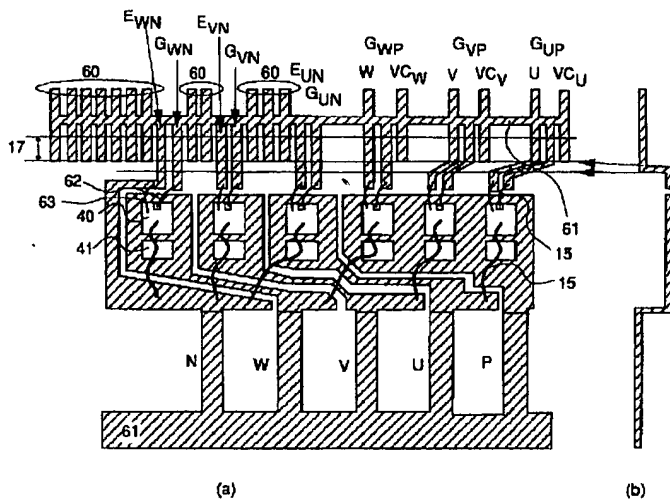
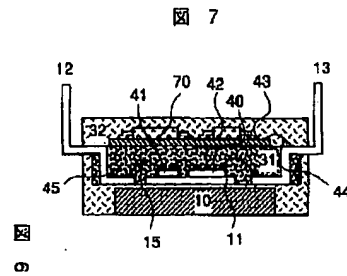


図 5

【図6】



【図7】



【図8】

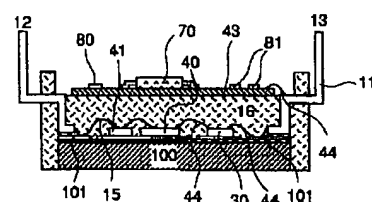
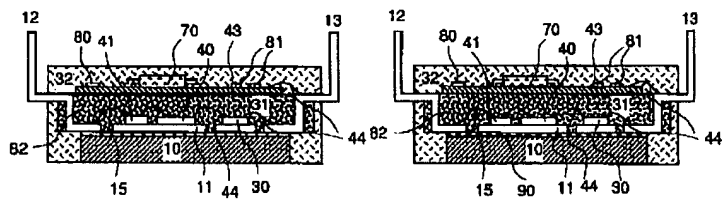
【図9】

【図10】

図 8

図 9

図 10



【図11】

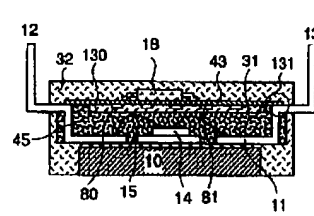
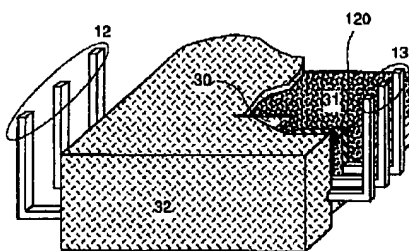
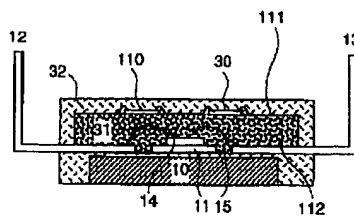
【図12】

【図13】

図 11

図 12

図 13



【図15】

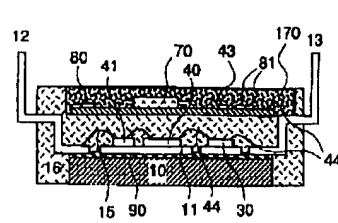
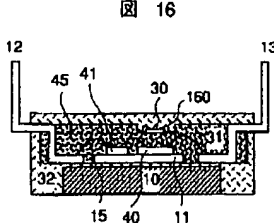
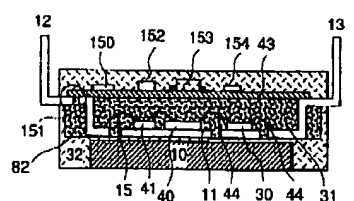
【図16】

【図17】

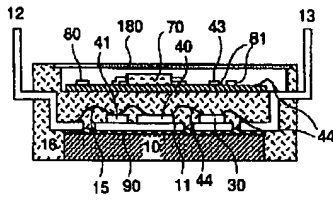
図 15

図 16

図 17

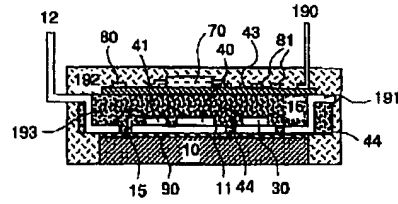


【図 18】



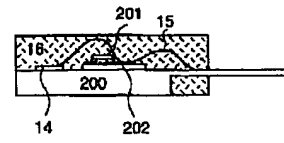
18

【图 19】



19

【図 20】



20

【図 2 1】

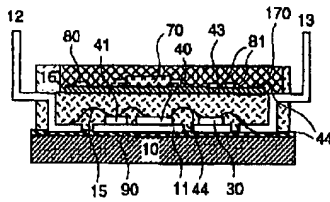


图 21

【図 22】

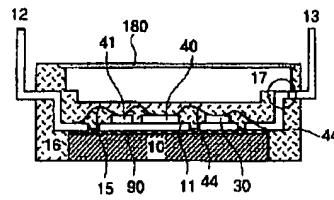


图 22

【図 23】

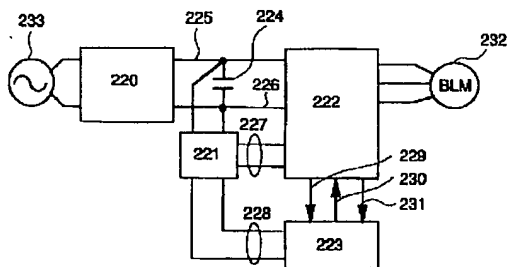
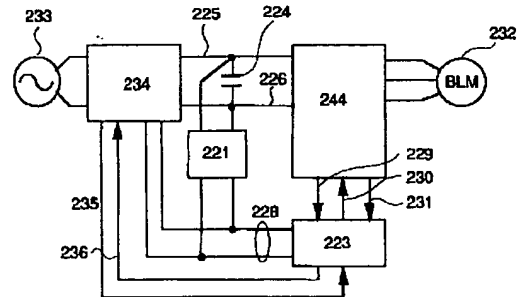


图 23

【圖 24】



例 24

【図 25】

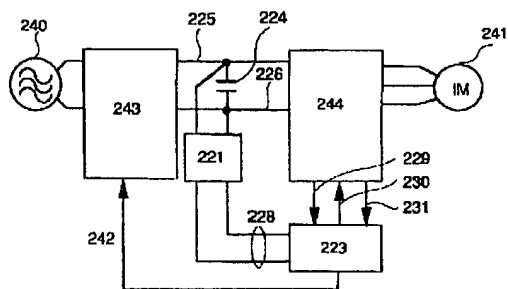


图 25